

道路錄影調閱推薦系統

李建緯
朝陽科技大學
資訊與通訊系助理教授
lijw@cyut.edu.tw

黃泰源
朝陽科技大學
資訊工程系

張怡君*
弘光科技大學
資訊工程系助理教授
changyc@sunrise.hk.edu.tw

胡志敏
朝陽科技大學
資訊與通訊系

宋秉桓
朝陽科技大學
資訊與通訊系

陳鴻斌
朝陽科技大學
資訊與通訊系

摘要

攝影機已經廣泛地布建在道路上，眾多的道路攝影形成攝影網路，可用來追蹤目標物的行蹤。然而在數量龐大攝影機網路下，時常要逐步的調閱大量的攝影機之錄影存檔，耗時又耗力。因此我們實作道路錄影調閱推薦系統，此系統能夠推薦最有可能發生事件的攝影機之錄影，使調閱者不會漫無目標地調閱所有錄影。此外我們將道路攝影機標記在 Google Map 進而建立視覺化管理與推薦，讓管理者可以使用此系統輕鬆地進行目標物追蹤，並且掌握追蹤目標物的行進路線。

關鍵詞：Google Map、邏輯拓撲、道路攝影機、目標物追蹤。

Abstract

Cameras have been deployed widely on roads, so called roadside cameras. This great number of roadside cameras organizes a roadside cameras network, which can be used for target tracking. However, we must take great effort and time to manually track target from a great number of video archives generated by roadside cameras. Therefore, we implement a system to recommend video records which have high probability to find tracking target from video archives. Besides, we design a visual interface for management on Google map.

Keywords: Google map, logic topology, road-side camera, target tracking.

1. 簡介

道路攝影機已廣泛的架設在各個城市、鄉

鎮的道路上，隨著攝影機的演進，目前已從當初的類比攝影機轉換為網路攝影機，解析度提高了六倍之多，因此，網路攝影機在影像辨識上有了更多運用，如車牌辨識、強光抑制、低光源適應、車流量分析等智慧型運輸系統應用，也可做為社會安全之用，例如：肇事車輛追蹤、可疑分子追蹤等，這些都需要事後人工調閱錄影存檔。如果只是幾台攝影機是很容易進行錄影存檔調閱與追查，然而當攝影機數量非常龐大，這時我們無法得知要從哪些攝影機之錄影存檔調閱起，之後的下一個又是從哪開始。目前道路上架設了許多攝影機但並沒有一個較為完善與系統性的調閱機制，如欲透過攝影機去追查想找的目標，一台一台依序調閱的結果會耗時又耗力。

為了有系統性的錄影存檔調閱進而有效率地進行人工追蹤，我們實作一道路錄影調閱推薦系統，可以進行問題目標物的搜尋與路徑追蹤。透過此系統所推薦的攝影機畫面，可以追蹤可疑車輛或人員，以及其肇事逃逸的逃跑路線，協助警方到場攔截提高破案速率。

我們首先要做的是在真實的道路環境之中建立虛擬拓撲，架構出攝影機與攝影機之間的鄰近與道路關係，藉此來進行有效的攝影機資訊統整，而推薦適當之調閱檔案。

由於我們所要建立的拓撲是使用在道路環境之上，並且視覺化的進行管理，所以必須在電子地圖上根據其道路攝影機與路口的地理資訊去正確的建立攝影機之間的邏輯拓撲。我們所使用之電子地圖為 Google 所開發的 Google Map，透過它可在地圖上標記點的功能，我們可以用來標記道路攝影機的位置，並且將這些標記點建立起攝影機邏輯拓撲，這樣一來當我們在追蹤車輛的過程中，搜尋到了某一台攝影機有拍攝到該車輛時，將可快速的得知下一個應該搜尋的鄰近攝影機為哪一部攝影機，如此將可節省整體搜尋的時間。

2. 相關背景

電子地圖是指透過螢幕畫面觀看地圖資訊，而其功能包含了地圖展示、重要地標、門牌號碼、交叉路口、地點查詢等有關地理資訊的相關服務，目前有許多電子地圖的服務網站如 UrMap、Google map 等，而 Google map 更是最廣泛被人們所使用的。

Google map 是 Google 所提供的一項服務，可讓使用者透過瀏覽網頁的方式觀看電子地圖，只要輸入地址、路名或關鍵字即可查詢想要到達的地點並且規劃路線，此外也可查詢商家的位置以及聯絡資訊，而近年來隨著資訊不斷的進步，Google map 整合了道路路線、路況以及大眾運輸工具的路線，使得使用者可以透過此平台取得許多資訊。

無線網路的蓬勃發展也促使 Google map 能有更多運用，人們可以透過手機或者汽車上的導航裝置皆可與 Google map 做連接，並取得所需的地理資訊，企業也可透過 Google map 所提供的 API 開發自己想要的地圖平台，此 API 含有許多地圖所需用到的功能，其中包含了以滾輪縮放地圖大小、街景瀏覽、路線規劃、地址搜尋、經緯度查詢、地圖標記等，讓開發者可自行依其需求實現想達到的目的。

3. 方法

3.1 整體架構

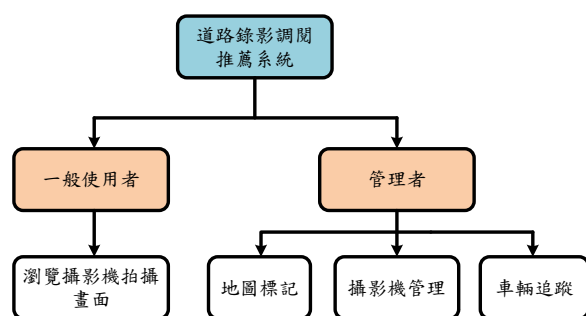


圖1 整體架構圖

本系統主要可分為一般使用者與管理者系統，如圖 1 所示，基於安全問題考量，一般使用者只能觀看首頁的地圖上的攝影機畫面，而管理者有以下三項功能。

(1) 地圖標記：管理者可進入管理頁面，管理目前在地圖上現有的標記點，可新增標記點、

移除標記點、變更標記點狀態（變更為攝影機節點、路口參考點）。此標記節點（可為攝影機節點或路口參考點）資訊存回資料庫，以供管理與建立拓撲時使用。

(2) 攝影機管理：可觀看建立好之邏輯道路攝影機拓撲，透過此系統，當我們搜尋攝影機資訊時，發現某一台攝影機有拍攝到追蹤目標，此系統即會推薦接下來該觀看哪幾台攝影機之拍攝畫面。

(3) 車輛追蹤：進入追蹤頁面，將可觀看所有排序好的攝影機畫面，從此挑出自己想觀看的畫面，並於此頁面進行車輛追蹤。

3.2 在 Google Map 上管理標記點

為了達到較為視覺化的運用，我們在 Google Map 上標記路口與道路攝影機的位置資訊，並且擁有新增、刪除與修改管理功能。透過此標記點的功能可有效的管理道路攝影機所回傳的資訊，並且進一步的達到錄影調閱推薦的功能。

透過我們設計的系統可以取得道路攝影機（如圖 2 中的紅點）以及路口的資訊（如圖 2 中的藍點）。

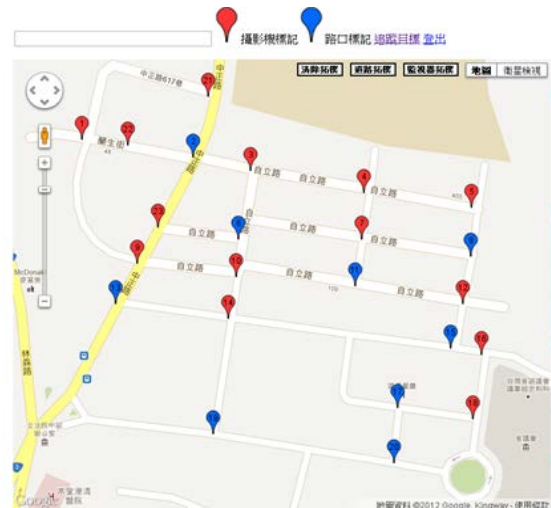


圖2 地圖標記功能之展示

當路口與路口之間有安裝攝影機時，我們也可以從此頁面新增攝影基地點相對應之標記點於 Google Map 上，若新增錯誤時或是攝影機壞掉時，我們可以先點擊該點，再點擊刪除的按鈕，即可將該標記點刪除。而監視器拓撲與道路拓撲也會隨著新增與刪除而改變。

3.3 邏輯攝影機拓撲建立流程

透過我們設計的方法可依據真實道路環境的因素去建立我們的邏輯道路攝影機網路拓撲如圖 3，圖 4 為我們建立邏輯道路攝影機拓撲之流程，由於 Google Map API 裡本身並沒有提供建立拓撲的程式碼，所以我們是透過了它所擁有的畫線的 API 搭配我們設計的方法，將有鄰近關係之攝影機透過畫線程式逐一連接起來，建立起我們在 Google Map 上的邏輯道路攝影機拓撲。



圖3 邏輯道路攝影網路拓撲建立示意圖

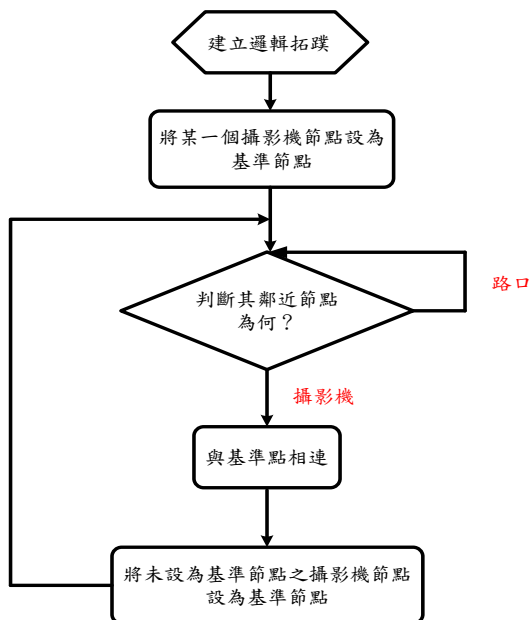


圖4 攝影機拓撲建立流程

由於我們想設計一個好的管理系統去管理攝影機所回傳的資訊，並透過此系統去追蹤可疑車輛，要達到此功能，我們必須先得知攝影機的鄰近攝影機有哪些，才能循著道路快速的做搜尋。而要確定攝影機與攝影機之間的鄰近關係，最快的方式就是建立起它們之間的拓撲，透過了電子地圖所提供的道路資訊，我們僅能知道攝影機定位的位置，但這個地圖並不能自行判斷一台攝影機它鄰近的攝影機為哪些，所以我們設計的演算法主要為建立起攝影機與攝影機之間的拓撲。

為了確定攝影機的鄰近攝影機是較近的並且是確實可透過道路走到該位置的，我們希望透過路口的資訊當作參考點去做判斷，所以我們所要建立的拓撲有兩種，一種是包含路口資訊的道路拓撲，另一種則為我們實際要用來管理並且進行目標追蹤的道路攝影機拓撲，而其最終的目的為對道路上所有的攝影機做一有效的資源管理，使這些道路攝影機所拍攝到的資訊能有更好的應用。

圖 5 為道路拓撲，此為一開始即建立好用來當我們在建立攝影機與鄰近攝影機之間的邏輯關係時，需要判斷此鄰近攝影機為最接近且有實際道路可抵達，所以建立此道路拓撲做為我們判斷的依據。



圖5 實際道路攝影分佈

圖 6 則是我們實際用來做追蹤用之邏輯道路攝影機拓撲，透過此建立好之拓撲，當我們在搜尋到某一攝影機有拍攝到該目標車輛時，即可迅速知道接下來要搜尋哪一台攝影機，藉此達到快速追蹤的效果，並且由於以真實道路環境去設計，將可貼近車輛實際行進之路線，使整體追蹤的過程更加準確。

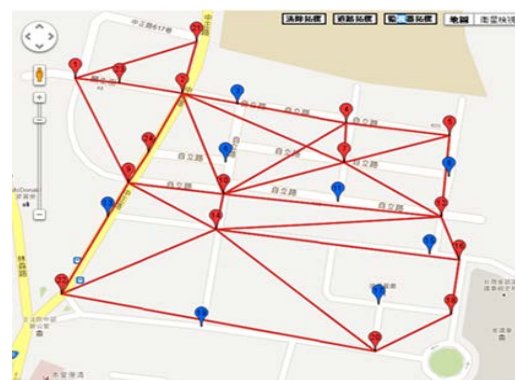


圖6 邏輯道路攝影機拓撲

3.4 追蹤可疑車輛

當我們想追蹤可疑車輛時，追蹤過程如圖 7 所示，當開始追蹤時，會先以事發地點附近的攝影機當作開始搜尋的地方，此系統可提供調閱者觀看該攝影機所拍攝的畫面之中是否有目標車輛，如果有拍攝到即接著觀察此系統所推薦的該攝影機之鄰近攝影機所拍攝之影像，如果目前觀看的這台攝影機所拍攝之影片沒有拍攝到目標，即觀看其他鄰近攝影機，直到所有鄰近攝影機都調閱完畢，如果所有鄰近攝影機都沒有搜尋到該目標車輛時，即表示該車輛正在前往最後出現的攝影機的鄰近攝影機的路上，此時就回報這些鄰近攝影機，通知警方到場圍捕。

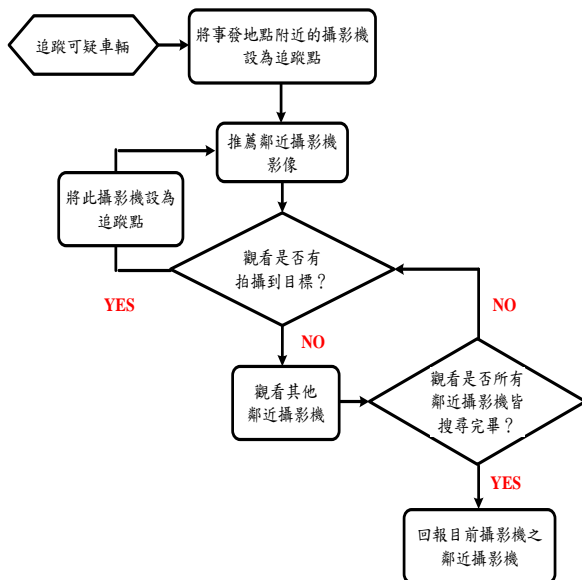


圖 7 追蹤可疑車輛之流程

所以當事件發生時，如圖 8 所示，使用此系統即可依照與攝影機編號相對應的標記點，點擊該標記點後，並按下設為事發點的按鈕，即可將該標記點設為事發點，並開始調閱影像。

而地圖上的圖標可更改為事發點的標記圖樣，然後依照拓撲與它有關聯的攝影機進行連線。而右邊表格為目前事發時的即時攝影機影像。當管理者在事發附近的某一台攝影機的拍攝畫面中發現要追蹤的目標時，管理者可將該影像編號相對應的標記點設為發現目標點，而旁邊表格中的攝影機影像則會更新成最後發現目標的攝影機影像，並且推薦此攝影機之

鄰近攝影機影像給管理者繼續進行搜尋，直到觀看所有鄰近攝影機所拍攝的影像都沒有發現目標物為止。



圖 8 實際追蹤車輛之功能展示

4. 結論

透過我們所設計的道路攝影機拓撲，可有效的建立起攝影機與攝影機之間的鄰近關係，如此即可有效的管理攝影機的資訊。當我們在追蹤目標時，只要觀察到某一台有拍攝到該目標物的攝影機，只要繼續觀察該攝影機的鄰近攝影機，再繼續循序往下搜尋最終即可找到該目標物最後可能出現的位置，通報警方到場圍捕。相較以往一台一台查找的搜尋方式，我們的方式將較為便捷，節省人力物力與時間。

致謝

本研究感謝行政院國家科學委員會 (NSC 101-2221-E-324 -043 與 NSC101-2221-E-241-018) 的經費支持。

參考文獻

- [1] Yunhuai Liu, Qian Zhang, and Lionel M. Ni, "Opportunity-Based Topology Control in Wireless Sensor Networks," *IEEE TRANSACTIONS ON PARALLEL AND DISTRIBUTED SYSTEMS*, VOL. 21, NO.3, MARCH 2010.
- [2] Tapiwa M. Chiwewe, and Gerhard P. Hancke, "A Distributed Topology Control Technique for Low Interference and Energy Efficiency in Wireless Sensor Networks," *IEEE*

- TRANSACTIONS ON INDUSTRIAL INFORMATICS**, VOL. 8, NO. 1, FEBRUARY 2012.
- [3] P. M. Wightman, and M. A. Labrador, "Topology Maintenance: Extending the Lifetime of Wireless Sensor Networks," **IEEE LATIN AMERICA TRANSACTIONS**, VOL. 8, NO. 4, AUG. 2010.
- [4] T. Ishida and R. Korf, "Moving target search," in *Proc. Int. Joint Conf. Artif. Intell.*, 1991, pp. 204–210.
- [5] V. Bulitko and N. Sturtevant, "State abstraction for real-time moving target pursuit: A pilot study," in *Proc. Nat. Conf. Artif. Intell., Workshop Learn. Search*, 2006, pp. 72–79.
- [6] S. Koenig, M. Likhachev, and X. Sun, "Speeding up moving-target search," in *Proc. 6th Int. Joint Conf. Autonom. Agents Multiagent Syst.*, Honolulu, HI, 2007, article no. 188.
- [7] S. Koenig, X. Sun, and Y. William, "Generalized adaptive A*," in *Proc. 7th Int. Conf. Autonom. Agents Multiagent Syst.*, 2008, pp. 469–476.
- [8] V. Bulitko and G. Lee, "Learning in real time search: A unifying framework," *J. Artif. Intell. Res.*, vol. 25, pp. 119–157, 2006.
- [9] Mingliang Xu, Zhigeng Pan, Hongxing Lu, Yangdong Ye, Pei Lv, Abdennour El Rhalibi, "Moving-Target Pursuit Algorithm Using Improved Tracking Strategy," **IEEE TRANSACTIONS ON COMPUTATIONAL INTELLIGENCE AND AI IN GAMES**, VOL. 2, NO. 1, MARCH 2010.
- [10] C.-M. Huang and J.-W. Li, "A cluster chain based context transfer mechanism for fast basic service set transition in the centralized wireless LAN architecture," **Wireless Communications and Mobile Computing**, vol. 9, no. 10, pp. 1387-1401, Oct. 2009.
- [11] C.-B. Lin, M.-L. Chiang, J.-W. Li, and H.-I. Lee, "Weight-based dispatching algorithm for queued cloud computing," in *International Symposium on Computer, Consumer and Control (IS3C 2012)*. IEEE, 2012.
- [12] Sayanan Sivaraman, Mohan Manubhai Trivedi, "A General Active-Learning Framework for On-Road Vehicle Recognition and Tracking," **IEEE TRANSACTIONS ON INTELLIGENT TRANSPORTATION SYSTEMS**, VOL. 11, NO. 2, JUNE 2010.
- [13] Sathiamoorthy Manoharan, "On GPS Tracking of Mobile Devices," 2009 *Fifth International Conference on Networking and Services*.
- [14] Thomas Kuo, Zefeng Ni, Carter De Leo, B.S. Manjunath, "Design and implementation of a wide area, large-scale camera network," **Computer Vision and Pattern Recognition Workshops (CVPRW)**, 2010 IEEE Computer Society Conference on.
- [15] Lei Zhou, Lei Zhang, Yongsheng Ou, Shiqi Yu, Xinyu Wu, "Adaptive Mobile Camera Tracking Using Color and Topological Features," *Proceedings of the 2010 IEEE International Conference on Automation and Logistics*.